

Capitolo primo

Introduzione «dall'esterno della disciplina economica»

1.1. La scienza è disciplinare, ma la realtà non lo è

Le scienze che studiano il comportamento umano e le società umane sono alla vigilia di profondi cambiamenti, anche se molti di coloro che oggi le praticano non lo sanno. Sebbene oggi sappiamo certamente di più sul comportamento umano e sulle società umane di quello che sapevamo quando queste scienze ancora non esistevano, ma soltanto i filosofi analizzavano e riflettevano sull'uomo, i risultati finora raggiunti dalla psicologia, dall'antropologia, dalla sociologia, dall'economia, dalle scienze storiche, non sono neppure lontanamente paragonabili a quelli ottenuti dalla fisica, dalla chimica e dalla biologia per quanto riguarda la nostra conoscenza e la nostra comprensione della natura. È possibile che gli esseri umani e le loro società siano fenomeni della realtà intrinsecamente più difficili da capire per la scienza dei fenomeni della natura, e questa può essere una parte della spiegazione. Ma non può essere tutta la spiegazione. Pensare che sia tutta la spiegazione induce gli scienziati cognitivi e sociali ad indulgere con se stessi, ad accontentarsi di quello che già fanno, a non cercare nuove strade. Le scienze che studiano il comportamento umano e le società umane semplicemente non hanno ancora trovato i metodi e i modelli teorici giusti per capire quello che studiano.

La scienza è diversa dalla filosofia perché, mentre la filosofia si accontenta di proporre idee, analisi, teorie e di cercare di stabilire se sono valide soltanto mediante i ragionamenti, le intuizioni e le discussioni tra colleghi, la scienza le sue idee, le sue ipotesi, le sue teorie le mette a confronto con la realtà osservata direttamente con i sensi, magari con l'aiuto di strumenti e osservata in modo sistematico, preciso, oggettivo, cioè ripetibile da altri. Una scienza è matura quando c'è un dialogo costante e serrato tra le teorie e le osservazioni empiriche. Una teoria è scientifica quando da essa è possibile derivare in modo incontrovertibile un grande numero di predizioni dettagliate e precise che possano essere messe a confronto con le osservazioni empiriche. Per questo la matematica è così importante per la scienza. Una equazione è una teoria scientifica espressa in modo

matematico e quindi preciso, da cui è possibile derivare in modo incontrovertibile, deduttivo, un grande numero di predizioni confrontabili con osservazioni empiriche anche esse precise perché quantitative.

Una delle ragioni degli scarsi progressi delle scienze dell'uomo è che in esse non c'è il dialogo costante e serrato tra teorie e osservazioni empiriche che caratterizza le scienze mature. Tra le scienze dell'uomo vi sono scienze senza teorie, come la storia, vi sono scienze con teorie e dati empirici, ma scarso o nullo dialogo tra teorie e dati empirici, come la sociologia e l'antropologia, vi sono scienze in cui i dati empirici compongono un quadro così eterogeneo che nessun teoria è in grado di coglierlo, come la psicologia, vi sono scienze che hanno sia teorie che dati empirici e dialogo tra teorie e dati empirici, ma anche restrizioni ingiustificate sul tipo di dati empirici che vengono presi in considerazione, come la scienza economica e la linguistica formale. Perciò non possiamo aspettarci molto da queste scienze.

La scarsa maturità delle scienze dell'uomo non è tutta da attribuire a loro colpa. Le scienze della natura sono decollate nel '600 perché hanno cominciato ad esprimere in maniera matematica le loro teorie e ad osservare la realtà facendo esperimenti in laboratorio, cioè in condizioni che lo scienziato stesso controlla e manipola in modo preciso e sistematico. Nelle scienze dell'uomo sia gli strumenti matematici tradizionali che gli esperimenti di laboratorio sono raramente applicabili. Tra le scienze dell'uomo soltanto la scienza economica usa le equazioni per esprimere le sue teorie, e soltanto una parte importante, ma minoritaria, della psicologia e, oggi, ma senza praticamente alcun impatto sulla disciplina, alcuni settori marginali della scienza economica, fanno esperimenti di laboratorio. Come possono dialogare teorie e dati empirici se non si possono usare gli strumenti che hanno permesso alle scienze della natura di farli dialogare con tanto successo?

C'è poi un'altra ragione che spiega i pochi progressi e lo stato insoddisfacente delle scienze cognitive e sociali. La scienza è disciplinare, cioè è divisa in discipline distinte e separate, ciascuna con i suoi fenomeni da studiare, le sue teorie per spiegare questi fenomeni, i suoi metodi per osservarli e descriverli. Ma la realtà non è disciplinare. La realtà è fatta di fenomeni diversi che tuttavia sono tutti collegati tra loro, si influenzano tra loro, spesso sono spiegabili soltanto facendo riferimento a fenomeni di altro tipo, studiati da altre discipline. Se la scienza è disciplinare e la realtà non lo è, è chiaro che questo compromette la capacità di conoscenza e di comprensione della realtà della scienza. Com-prendere è prendere insieme, collegare, spiegare una cosa chiamando in causa un'altra cosa. Se per capire le discipline «si disciplinano» a restare nell'ambito dei propri confini, come possiamo aspettarci che capiscano molto?

Le conseguenze negative della disciplinarità sono limitate nelle scienze della natura perché le scienze della natura, sebbene siano anch'esse divise in discipline – la fisica, la chimica, la biologia – condividono molte cose fondamentali: l'uso della matematica e dell'approccio quantitativo, l'uso degli esperimenti di laboratorio, una visione generale della natura come costituita soltanto da entità di natura fisica e in cui avvengono soltanto processi in cui cause fisiche producono effetti fisici e tutto ha carattere intrinsecamente e fino in fondo quantitativo. Non così le scienze del comportamento umano e delle società umane. In queste scienze ogni disciplina ha non solo i suoi propri fenomeni e i suoi propri dati empirici, ma anche le sue proprie teorie e i suoi propri metodi e non c'è

nessuna visione unificante e condivisa tra le diverse discipline. Quindi è nelle scienze dell'uomo che la disciplinarità della scienza produce i suoi danni maggiori.

La disciplinarità della scienza produce danni in particolare gravi quando si applica al confine tra i fenomeni della natura e i fenomeni dell'uomo. È un confine che alla scienza è apparso finora invalicabile e questo non per ragioni scientifiche, ma per preoccupazioni religiose, politiche e morali. Gli esseri umani hanno bisogno di considerarsi speciali e fuori della natura e di guardarsi dall'interno, mentre le scienze della natura guardano alla natura dall'esterno. Così, tranne eccezioni, le scienze del comportamento umano e delle società umane si sono tenute ben separate dalle scienze della natura, e questo, se è vero che comprendere è collegare, non può non compromettere la loro capacità di comprensione dell'uomo e delle sue società.

La questione della disciplinarità della scienza e dei limiti che pone alla nostra comprensione della realtà ha anche un risvolto più specifico. La realtà non è soltanto un insieme di fenomeni che, sebbene diversi, sono collegati e si influenzano tra loro, ma è continua generazione nel tempo di nuove classi di fenomeni. Dal *big bang* in poi la realtà prima è stata soltanto fenomeni fisici e fenomeni chimici semplici, poi è diventata fenomeni chimici più complessi, poi c'è stata l'origine della vita, poi la comparsa degli organismi unicellulari, poi la comparsa di quelli multicellulari, poi la comparsa degli organismi dotati di un sistema nervoso e quindi di un comportamento più complesso, poi la comparsa degli esseri umani, poi delle complesse società, culture e tecnologie umane. Se questa è la realtà, capire la realtà è anche, e per certi aspetti crucialmente, capire come ogni nuova classe di fenomeni è emersa nel tempo dai fenomeni già esistenti. La scienza è, in un senso fondamentale, storia, cioè ricostruzione di come i fenomeni sono diventati quello che sono. Una scienza disciplinare ha difficoltà a essere storia in questo senso, dato che le discipline spesso separano proprio le diverse classi di fenomeni che sono emerse successivamente nel tempo, mentre i fenomeni precedenti non scompaiono, ma rimangono sotto a quelli nuovi che sono emersi dopo. E, non essendo storia, una scienza disciplinare ha difficoltà a porsi domande fondamentali come le seguenti: Perché la realtà genera periodicamente fenomeni nuovi? Quali leggi governano la generazione di fenomeni nuovi? Esistono tendenze generali che caratterizzano il processo di generazione, ad esempio il fatto che i fenomeni diventano progressivamente più complessi o il processo di generazione più accelerato? Cosa possiamo aspettarci per il futuro? Una scienza disciplinare, e in particolare una scienza che divide fundamentalmente le scienze dell'uomo dalle scienze della natura, crea ostacoli difficili da superare alla ricostruzione del processo di generazione storica di nuovi fenomeni a partire dai fenomeni precedenti, che è una caratteristica così fondamentale della realtà.

Naturalmente la disciplinarità non è una strada che la scienza ha preso accidentalmente e senza ragioni. La realtà è fatta di tanti fenomeni diversi ed è difficile immaginare una scienza unica che possa studiarli tutti insieme. E poi la disciplina è essenziale nella scienza – insieme alla creatività e alla voglia/capacità di esplorare nuove strade. Nella formazione dei nuovi scienziati, nel funzionamento delle concrete attività di ricerca, nelle proprie istituzioni sociali, ogni scienza ha bisogno di aver chiaro quali sono i suoi metodi, i suoi concetti, le sue teorie, la sua storia passata. Ma, come è stato detto, la divisione in discipline incontra un limite nel fatto che la realtà non è divisa in discipline, e i rapporti tra fenomeni studiati da discipline diverse sono altrettanto importanti dei

rapporti tra fenomeni studiati da una stessa disciplina. E poi la realtà è storia di generazione di sempre nuovi tipi di fenomeni, una storia difficile da ricostruire se le discipline tagliano la realtà proprio là dove essa fa emergere il nuovo. È possibile allora una scienza non disciplinare, ma disciplinata, cioè ordinata, regolata, dotata di criteri di valutazione chiari, espliciti, condivisi?

1.2. Un nuovo metodo

La chiave della soluzione per i problemi che abbiamo detto sta nell'adottare una nuova metodologia di ricerca, anzi una nuova epistemologia della scienza, un nuovo modo di conoscere e di capire la realtà. La scienza finora ha cercato di capire la realtà osservandola sistematicamente e elaborando teorie che spieghino quello che osserva. La nuova metodologia vuole capire la realtà rifacendola. La scienza costruisce sistemi artificiali, cioè cose fatte dall'uomo, come via per capire la realtà. Se si può dimostrare che i sistemi artificiali che sono stati costruiti si comportano nello stesso modo, magari con semplificazioni, in cui si comportano i sistemi reali, allora si può supporre che i principi che sono stati seguiti nel costruire i sistemi artificiali sono gli stessi di quelli che governano i sistemi reali. In questo modo costruire sistemi artificiali diventa un modo per capire la realtà.

Che cosa sono questi sistemi artificiali? I sistemi artificiali che la nuova scienza costruisce per capire la realtà sono simulazioni al computer e, in taluni casi, sono artefatti fisici controllati da un computer, come i robot. La scienza già in passato ha costruito modelli fisici della realtà come modo per capire la realtà, ma lo ha fatto del tutto marginalmente perché i mezzi per costruire i modelli fisici erano fortemente limitati. Il computer ha cambiato questo stato di cose. Con il computer si possono costruire sistemi artificiali che si comportano come la realtà. Lo scienziato esprime le sue idee, le sue ipotesi, le sue teorie, nella forma di un programma per computer. Quando il programma «gira» nel computer, i risultati della simulazione sono le predizioni empiriche derivate dalle idee, dalle ipotesi e dalle teorie che sono incorporate nel programma. Questi risultati/predizioni vengono confrontati con la realtà osservata, e se c'è corrispondenza, idee, ipotesi e teorie risultano valide. Se non c'è, debbono essere modificate o abbandonate.

Quali sono i vantaggi di questo nuovo approccio alla conoscenza e alla comprensione della realtà?

Un primo vantaggio sta nel fatto che le simulazioni costituiscono un nuovo modo di esprimere le teorie nella scienza. Tradizionalmente la scienza esprime le sue teorie a parole, oppure, quando è possibile, in forma matematica, come equazioni. Una teoria espressa a parole spesso non è chiara, univoca, precisa, completa ed è sempre controverso se una certa predizione empirica che si pretende derivi da essa, ne deriva effettivamente. Le teorie espresse come equazioni non hanno nessuno di questi difetti, ma hanno il problema che ci sono molti fenomeni, specialmente nel campo delle scienze cognitive e sociali, che non sono trattabili con teorie espresse come equazioni. Le simulazioni sono una soluzione a entrambi questi problemi. Una simulazione ha la stessa precisione, la stessa univocità e capacità di generare predizioni empiriche non controvertibili, delle teorie espresse come equazioni. Se una teoria che si vorrebbe esprimere come una simulazione non è sufficientemente precisa, univoca, completa, la teoria semplicemente non si riesce a tradurla in un programma per computer o, se ci si riesce, il programma non

produce i risultati desiderati. In più il metodo delle simulazioni ha il vantaggio, rispetto alle teorie matematiche tradizionali, che tutto può essere simulato. Il metodo delle simulazioni può essere applicato ai fenomeni studiati da ogni disciplina e in particolare ai fenomeni che non possono essere trattati con gli strumenti matematici tradizionali.

Il secondo vantaggio delle simulazioni è che le simulazioni non sono solo teorie, ma sono anche laboratori sperimentali virtuali. Come nel laboratorio sperimentale reale, anche in una simulazione il ricercatore osserva i fenomeni simulati in condizioni che lui (o lei) stesso controlla e manipola le variabili e le condizioni che hanno un'influenza sui fenomeni, scoprendo quali sono gli effetti delle sue manipolazioni. Una simulazione ricrea la realtà, non si limita a studiarla. La realtà simulata esiste e si svolge sotto gli occhi del ricercatore, con i suoi fenomeni, i suoi meccanismi e i suoi processi. Le equazioni ci dicono come due o più variabili sono collegate quantitativamente tra di loro e come cambia il valore delle variabili nel tempo. Le simulazioni riproducono le entità, le cause, i meccanismi e i processi che stanno dietro a quelle variabili e spiegano perché le variabili sono collegate in quel modo tra di loro e perché cambiano in quel modo nel tempo.

Se gli esperimenti nel laboratorio reale si possono fare soltanto nelle scienze della natura e quasi mai nelle scienze dell'uomo, nel laboratorio sperimentale delle simulazioni possono essere studiati tutti i possibili fenomeni. Nel laboratorio reale possono essere studiati solo i fenomeni che si possono portare fisicamente nella quattro mura del laboratorio, che non durano troppo a lungo nel tempo, che non sono troppo dipendenti dal contesto in cui avvengono per cui si possono staccare da tale contesto senza danni alla nostra comprensione, che sono sottoponibili al controllo dello sperimentatore e delle sue istruzioni sperimentali senza stravolgerli. Ma quasi tutti i fenomeni che riguardano gli esseri umani non hanno queste caratteristiche. Sono troppo complicati, sono spesso troppo grandi fisicamente e spazialmente, durano spesso troppo a lungo nel tempo, hanno una dipendenza dal contesto in cui avvengono per cui non sono staccabili da tale contesto, hanno una spontaneità e autonomia, nel senso che sono sotto il controllo di cause interne più che esterne, per cui non sono portabili nel laboratorio sperimentale e messi sotto il controllo dello sperimentatore. Invece nel laboratorio virtuale di una simulazione si può portare qualunque fenomeno, anche quelli che hanno le caratteristiche dei fenomeni umani.

Il terzo vantaggio delle simulazioni è che, essendo esse uno strumento di ricerca applicabile indifferentemente a qualunque fenomeno, studiato da qualunque disciplina, esse sono un potente strumento di superamento delle divisioni disciplinari. Il metodo degli esperimenti nel laboratorio reale è applicabile nelle scienze della natura e solo del tutto marginalmente nelle scienze cognitive e sociali. Poi ci sono i questionari del sociologo, le interviste e le osservazioni sul campo del sociologo e dell'antropologo, i dati economici aggregati dell'economista, i documenti scritti e i resti del passato dello storico e dell'archeologo, i colloqui clinici dello psicologo, le impressioni e le intuizioni di quasi tutti costoro. È questa molteplicità, diversità e incomparabilità di dati e di metodi che costituisce forse la ragione più forte per l'esistenza delle discipline e dei confini disciplinari. Il metodo della simulazione è un metodo ugualmente applicabile in sociologia e in economia, in antropologia e in psicologia, in storia e in archeologia, oltre che, cosa essenziale, nelle scienze della natura. Perciò è un forte strumento di non-disciplinarità. È un metodo di ricerca che permette a tutte le discipline di dialogare parlando una lingua comune.

Se quello che abbiamo detto del nuovo metodo che consiste nel capire la realtà rifacendola è vero, allora forse le scienze dell'uomo si preparano a un decollo simile a quello delle scienze della natura nel '600. Le scienze della natura sono decollate perché hanno trovato un nuovo modo di esprimere le loro teorie che fosse più preciso, più univoco e più capace di generare predizioni empiriche incontrovertibili, rispetto al semplice linguaggio verbale: la matematica. E sono decollate perché hanno trovato un metodo di ricerca capace di produrre molte osservazioni empiriche precise e controllate dallo scienziato: gli esperimenti di laboratorio. Le scienze dell'uomo sono rimaste e rimangono indietro perché non hanno, se non marginalmente, né lo strumento della matematica né lo strumento degli esperimenti di laboratorio. Le simulazioni cambiano questo stato di cose perché sono un nuovo modo di esprimere le teorie che ha molti dei vantaggi della matematica – e anche vantaggi rispetto alla matematica, perché sono laboratori sperimentali virtuali, e perché possono essere usate nelle scienze dell'uomo come nelle scienze della natura, e possono essere usate ugualmente in tutte le discipline, rendendo così la scienza non disciplinare come la realtà.

1.3. Una nuova scienza economica

La natura dei problemi che abbiamo discusso richiedeva risposte generali, valide per tutte le scienze dell'uomo e delle società umane. Ma questo è un capitolo introduttivo di un libro di economia scritto da economisti. Perciò ora proviamo a guardare ai fenomeni di cui si occupa la scienza economica e ai modi di occuparsene che la scienza economica ha sviluppato nel corso dell'ultimo secolo e mezzo nella prospettiva che abbiamo delineato nei due precedenti paragrafi.

Che cosa è l'economia? La lingua italiana usa la stessa parola, economia, sia per indicare determinati fenomeni delle società umane, i fenomeni economici, sia per indicare la disciplina che si è costituita storicamente per studiare questi fenomeni, la scienza economica. Qui usiamo la parola nel primo senso. Esaminando che cosa deve intendersi come fenomeni economici, cerchiamo di capire come il grande cambiamento che sta arrivando nelle scienze del comportamento umano e delle società umane faccia emergere una nuova scienza economica.

La scienza economica così come si è andata sviluppando storicamente ha una concezione ingiustificatamente ristretta di che cosa sono i fenomeni economici. Questa restrizione ingiustificata non è accidentale. La scienza economica ha strumenti teorici insufficienti per capire i fenomeni economici – la formulazione di teorie sotto forma di equazioni – e l'uso di questi strumenti teorici insufficienti forza la scienza economica a restringere ingiustificatamente i fenomeni di cui si occupa dato che solo i fenomeni così ristretti sono trattabili con quegli strumenti. I fenomeni economici di cui la scienza economica si occupa sono sostanzialmente le variabili economiche aggregate riguardanti beni di un certo tipo, quelli scambiabili con denaro: quanti di questi beni vengono prodotti, come cambia il valore in denaro dei beni, quanti beni vengono scambiati, come cambia la quantità di denaro con cui vengono scambiati e così via. La scienza economica accumula dati su queste variabili e studia il modo in cui le variabili variano le une con le altre e il modo in cui ciascuna varia con il tempo. I fenomeni, che non sono studiabili con gli strumenti teorici a disposizione della scienza economica, per la scienza economica non esistono. La scienza economica più antica, quella di Adam Smith e di David

Ricardo, aveva una visione più ampia dei fenomeni economici proprio perché ancora non aveva definito in modo così restrittivo gli strumenti teorici legittimamente usabili. Oggi gli economisti si accorgono di quanto peso abbiano nel determinare gli stessi fenomeni di cui la scienza economica si occupa fattori che sono fuori della portata delle equazioni della scienza economica, ad esempio la latitudine in senso geografico a cui è situato un paese, altri fattori geografici, la tradizione culturale di un paese, le sue istituzioni sociali e politiche. Ma non hanno strumenti per affrontare appropriatamente questi fattori.

Cambiando e ampliando l'insieme di strumenti teorici e modellistici usati dalla scienza economica con l'aggiunta cruciale delle simulazioni, quello che ci si può aspettare è che la scienza economica allarghi il campo di fenomeni che essa studia. Quando parliamo di simulazioni non parliamo semplicemente di usare il computer per risolvere numericamente una equazione, cioè per generare una dopo l'altra le predizioni implicite in una equazione, ad esempio nella forma di una successione di punti (una curva) sui due assi cartesiani. Quando parliamo di simulazioni parliamo di simulazioni «ad agenti», cioè di simulazioni che postulano l'esistenza di una molteplicità di entità una diversa dall'altra, chiamate agenti perché hanno un sistema di controllo che determina come ciascuna di esse risponde agli input esterni, le quali entità interagiscono tra loro e con il resto dell'ambiente dando luogo in questo modo a fenomeni e a proprietà globali che non sono predicibili e non sono deducibili anche possedendo una conoscenza completa e perfetta delle singole entità e delle regole che governano le loro interazioni. Usando modelli simulativi di questo tipo la nuova scienza economica fa emergere le variabili aggregate e il modo in cui variano tra loro e con il tempo come fenomeni globali prodotti da insiemi di agenti che interagiscono tra loro, invece di limitarsi a studiare le variabili aggregate come fa la scienza economica che conosciamo con le sue equazioni. Le simulazioni «ad agenti» sono applicabili non solo ai fenomeni studiati dalla scienza economica, ma anche a quelli studiati da altre scienze. I sistemi «ad agenti» sono un caso particolare di quelli che si chiamano sistemi complessi e oggi la scienza sta riconoscendo l'esistenza di sistemi complessi in molti fenomeni diversi, studiati da discipline diverse. Questo automaticamente spinge la nuova scienza economica a dialogare con altre discipline e ad avere una concezione meno restrittiva dei fenomeni che la interessano.

L'uso da parte della nuova scienza economica di strumenti teorici che hanno applicazione a fenomeni molto diversi non si limita ai sistemi complessi. Altri strumenti teorici di uso generale della nuova scienza economica sono i modelli evuzionisti e i modelli a rete, che ora descriveremo. In tutti i casi si tratta di modelli che richiedono il computer e le simulazioni per essere usati.

Come abbiamo detto, un «agente», che può essere un individuo o una organizzazione di individui, si chiama così perché possiede un sistema interno di controllo che determina il comportamento dell'agente, cioè il modo in cui l'agente risponde agli input che gli arrivano dall'esterno. I sistemi di controllo degli agenti possono essere fissati dal ricercatore e restare gli stessi nel tempo ma, in modo più interessante, come avviene nella realtà, essi possono cambiare nel tempo e essere il risultato di processi di evoluzione al livello di successive generazioni di agenti o di processi di apprendimento al livello del singolo agente. In effetti i modelli simulativi della nuova scienza economica sono spesso modelli di evoluzione o di apprendimento. I modelli di evoluzione, basati sull'esistenza di una molteplicità di entità una diversa dall'altra che si riproducono selettivamente e

con l'aggiunta costante di nuove varianti, hanno applicazione a fenomeni evolutivi diversi: biologici, culturali e tecnologici. I modelli di apprendimento riguardano sia gli individui che le organizzazioni di individui.

Un modello a rete è un modello che assume l'esistenza di una molteplicità di nodi collegati da connessioni. I nodi hanno proprietà che possono essere diverse da nodo a nodo e che cambiano nel tempo in funzione delle proprietà dei nodi collegati. I modelli a rete fanno emergere l'importanza della topologia delle connessioni e possono essere applicati anch'essi a fenomeni molto diversi, di natura biologica (molecole e cellule), comportamentale e sociale (individui e organizzazioni), tecnologica (sistemi di computer, internet).

Se questi sono gli strumenti metodologici e concettuali della nuova scienza economica, quale è allora la concezione dei fenomeni economici della nuova scienza economica e come si configura nel suo complesso la nuova scienza economica?

I fenomeni economici sono definiti nella nuova scienza economica come i fenomeni che hanno a che fare con i beni, tutti i beni. Che cosa sono i beni? I beni sono qualunque cosa che un essere umano cerca di avere e, se già ce l'ha, di conservare. Quindi nella nuova scienza economica non c'è nessuna restrizione ai beni fisici, escludendo beni più impalpabili dei beni fisici, come il potere, l'amore di coloro a cui vogliamo bene, la sicurezza dai rischi di vario tipo e non c'è nessuna restrizione ai beni che possono essere scambiati con denaro.

Perché ci sono delle cose che gli esseri umani cercano di avere e, se già ce l'hanno, di conservare? La risposta fondamentale a questa domanda è biologica. Gli esseri umani cercano di avere e di conservare quelle cose avendo le quali aumentano le loro probabilità di sopravvivere e di riprodursi. La spiegazione è nella teoria dell'evoluzione biologica per selezione naturale. Gli individui che si comportano in modo da avere e conservare certe cose, quelle che per loro diventano beni, si riproducono tendenzialmente di più degli individui che non si comportano in questo modo, o lo fanno di meno o meno bene. Di conseguenza i geni degli individui del primo tipo si mantengono e si diffondono nella popolazione e i comportamenti «economici», cioè i comportamenti che si traducono nel possesso e nella conservazione di determinate cose, quelle che abbiamo definito beni, diventano caratteristiche stabili della popolazione.

Questa è soltanto la base biologica dei beni. Ma gli esseri umani sono organismi dotati di un sistema nervoso complesso capace di generare comportamenti e attività mentali complesse. Questo significa che per gli esseri umani i beni si trasformano nel tempo, compaiono nuovi beni in quanto associati a cose che già sono beni o in quanto mezzi per avere cose che già sono beni, vengono inventati intenzionalmente nuovi beni come nuove tecnologie e nuovi servizi. E poi negli esseri umani la trasmissione genetica e l'evoluzione biologica vengono affiancate dalla trasmissione culturale e dall'evoluzione culturale. I comportamenti, inclusi quelli rivolti a procurarsi i beni, non vengono più trasmessi e non evolvono più per via genetica, ma vengono appresi dagli altri, «copiati» dagli altri e evolvono perché alcuni comportamenti sono più «copiati» di altri e sono «copiati» con l'aggiunta costante di nuove varianti. Così che cosa è un bene viene trasmesso culturalmente invece che biologicamente e cambia nel tempo in funzione del cambiare della cultura. In questa complessa trasformazione e moltiplicazione culturale e storica dei beni, diventano beni cose che non sono più collegate in nessun modo riconoscibile con la sopravvivenza e la riproduzione in senso biologico.

Come fa un individuo a procurarsi un bene? Alcuni beni si hanno naturalmente, come la propria forza fisica, le proprie abilità, la propria capacità di lavorare. Altri beni gli esseri umani se li procurano dalla natura, cacciando animali, raccogliendo frutti ed estraendo energia dalla natura. Altri beni li creano o li producono, da soli o, più spesso, coordinandosi e organizzandosi con altri individui. Altri beni infine li ottengono da altri individui, che li cedono loro quasi sempre in cambio di altri beni. In tutti questi casi si procurano beni utilizzando beni che già posseggono, per migliorare quelli che hanno naturalmente, per procurarsi quelli che esistono in natura, per produrre nuovi beni, per darli ad altri in cambio dei beni ricevuti da loro.

Data la base biologica dei beni, gli esseri umani non solo cercano di procurarsi i beni, ma i beni che già posseggono se li tengono per sé, senza darli ad altri. Cedere un proprio bene a un altro individuo senza ricevere contropartite significa diminuire le proprie probabilità di sopravvivere e riprodursi aumentando quelle dell'altro individuo. Questo comportamento «altruistico» è in generale contrario alle leggi dell'evoluzione biologica e quindi non si osserva spesso negli esseri umani e neppure negli altri animali. La sola eccezione importante è il cedere propri beni senza contropartite a individui che hanno i nostri stessi geni, cioè ai nostri parenti (stretti). Anche questo comportamento, apparentemente in contrasto con la teoria dell'evoluzione biologica, è spiegato da questa teoria e in particolare da quella parte della teoria dell'evoluzione biologica che è la teoria della selezione di parentela. Cedere un proprio bene a un proprio parente senza ricevere contropartite, comportandosi in modo altruistico nei suoi confronti, vuol dire diminuire le proprie probabilità di sopravvivere e riprodursi, ma nello stesso tempo aumentare quelle di un individuo che ha i nostri stessi geni altruistici. Quindi, se il vantaggio per il beneficiario è maggiore dello svantaggio per l'altruista, i geni altruistici che fanno cedere i propri beni ai parenti (stretti) senza contropartite non scompaiono, ma rimangono come una caratteristica stabile della popolazione.

I modi di procurarsi e produrre beni sono cambiati e cambiano nel corso della storia degli esseri umani, ma i grandi cambiamenti sono stati soltanto due e sono avvenuti relativamente di recente, negli ultimi 5-10 mila anni. Il primo cambiamento ha avuto origine dal passaggio da economie di caccia e raccolta ad economie di produzione agricola e di allevamento degli animali, avvenuto in alcune regioni della Terra circa 10 mila anni fa. Prima dell'agricoltura e dell'allevamento degli animali i beni sono così scarsi che ogni individuo ha più o meno la stessa quantità di beni di ogni altro individuo, quelli appena necessari per sopravvivere. Con l'arrivo dell'agricoltura e dell'allevamento degli animali i beni aumentano e questo aumento si traduce prima in crescita demografica e poi in espansione territoriale. Quando vengono raggiunti confini fisici o sociali che impediscono l'ulteriore espansione territoriale e l'ulteriore crescita demografica, l'aumento dei beni complessivi si traduce in aumento della quantità media di beni posseduti dagli individui che fanno parte di una determinata collettività. L'aumento della quantità dei beni, tuttavia, non è uguale per tutti gli individui della collettività ma si accompagna all'aumento delle differenze tra i beni posseduti dagli individui, con la maggioranza degli individui in possesso di pochi beni, quelli necessari per sopravvivere, e una minoranza di individui in possesso di più beni.

È a questo punto che avviene il primo grande cambiamento nella produzione dei beni. Prima del cambiamento i beni sono prodotti fundamentalmente dai singoli individui

o, meglio, dalle singole famiglie. Le famiglie producono tutti i beni di cui hanno bisogno per sopravvivere e consumano tutti i beni che producono, fatta eccezione per pochi scambi di beni con altre famiglie. Il primo grande cambiamento nei modi di produrre i beni porta all'emergere di una struttura centrale, lo stato, a cui ogni individuo o famiglia della collettività cede una parte dei suoi beni, sotto forma di tasse, lavoro, partecipazione a guerre. La struttura centrale utilizza i beni così ottenuti ridistribuendoli agli individui della collettività oppure producendo nuovi beni, beni che i singoli individui non sono in grado di produrre: opere e servizi pubblici, capacità di fare guerre di difesa o di aggressione, garanzia dell'ordine e della legalità, garanzia del valore di un bene speciale, la moneta.

In che modo l'emergere della struttura centrale, lo stato, è collegato con l'aumento dei beni dovuto all'agricoltura e all'allevamento degli animali e al conseguente aumento delle differenze di ricchezza tra gli individui? Cedere i propri beni allo stato è qualcosa che, data la base biologica dei beni, nessun individuo fa volentieri o automaticamente. Un individuo può tentare di ricevere dallo stato i beni prodotti e ridistribuiti dallo stato senza per parte sua cedere allo stato la parte dovuta dei suoi beni. Se questo comportamento di *free riding* (viaggiare senza pagare il biglietto) si diffonde, la struttura centrale cessa di esistere. Perché la struttura centrale emerga e continui ad esistere è necessario che la struttura centrale sia governata da un capo, un individuo che agisce in modo da ottenere che gli individui che fanno parte della collettività cedano alla struttura centrale la parte dovuta dei loro beni. Per far questo il capo usa essenzialmente tre strategie: (i) una strategia «della carota», che significa produrre e distribuire alla collettività i nuovi beni che solo lo stato può produrre, (ii) una strategia «del bastone», che significa scoprire e punire, o minacciare di punire, gli individui che si comportano come *free riders*, e (iii) una strategia «ideologica», che significa usare la tendenza ad apprendere dagli altri, che negli esseri umani è geneticamente ereditata, per insegnare loro a comportarsi nel modo appropriato nei riguardi della struttura centrale, rafforzando questo insegnamento con i simboli del mito e della religione. Fare il capo significa investire i propri beni nella gestione della struttura centrale, avendone in cambio una parte significativa dei beni raccolti e prodotti dalla struttura centrale. Per questo i capi emergono dalle famiglie più ricche e potenti, e per questo il primo grande cambiamento nei modi di produrre i beni richiede che esistano famiglie più ricche delle altre.

Il secondo grande cambiamento nei modi di produrre i beni è più recente, essendo avvenuto in alcune parti del mondo soltanto circa due secoli fa. Con il secondo grande cambiamento emerge una nuova struttura di produzione dei beni, l'impresa privata, che prende il posto delle famiglie nella produzione privata dei beni. L'impresa privata compete con altre imprese private in un mercato per vendere agli individui e alle famiglie, alle altre imprese private e allo stato, i beni che produce. Sia le strutture produttive statali che le strutture produttive private sono organizzazioni composte da molti individui e sia le prime che le seconde sono coinvolte in un circuito di scambio di beni (lavoro contro salario o stipendio) con gli individui che ci lavorano dentro, rispettivamente i dipendenti pubblici e quelli privati. Ma mentre lo stato è coinvolto in un secondo circuito che è di scambio ma non di scambio economico con i cittadini (tasse contro opere e servizi pubblici), le imprese private sono coinvolte in un secondo circuito di scambio con i compratori dei beni da esse prodotte (beni comprati contro denaro pagato per comprarli). L'altra differenza, cruciale, tra stato e imprese private è che, diversamente dallo

stato, le imprese private sono coinvolte in un terzo circuito di scambio, quello tra l'impresa privata e i suoi proprietari (investimenti di capitali contro profitti). Poiché i beni personali dei proprietari delle imprese private crescono con la quantità di beni prodotti e venduti dalle loro imprese private, esiste una costante pressione dei proprietari delle imprese private affinché le loro imprese private producano beni in modo efficiente e si moltiplichino e aumentino i beni che esse producono e vendono.

Il secondo cambiamento nei modi di produrre i beni porta con sé anche un cambiamento nella natura dello stato. Poiché gli individui cessano di essere soltanto cittadini coinvolti in un circuito di scambio non economico con lo stato ma diventano anche i compratori da cui dipendono per la loro sopravvivenza le imprese private e quindi l'intero sistema di produzione dei beni, gli individui si conquistano il diritto a decidere loro chi sono i capi della struttura centrale pubblica mediante elezioni. In questo modo lo stato diventa democratico. Inoltre, poiché i capi sono eletti e non più auto-designati, come avveniva prima del secondo cambiamento, essi non hanno più necessità di ricorrere alla terza strategia di gestione della struttura centrale, quella ideologica. In questo modo lo stato diventa laico.

Tutti e due i cambiamenti nei modi di produrre i beni che si susseguono nella storia delle società umane sono dovuti a una stessa causa fondamentale: il nuovo modo di produrre beni produce più beni del modo precedente. Il primo cambiamento significa che ai beni prodotti dagli individui e dalle famiglie si aggiungono i beni prodotti dallo stato. Il secondo cambiamento significa che i (pochi) beni prodotti dagli individui e dalle famiglie vengono sostituiti dai (molti) beni prodotti dalle imprese private. Siccome gli esseri umani desiderano avere beni e avere sempre più beni, essi sono pronti ad adottare il nuovo modo di produrre beni appena si presenta la possibilità di farlo. Questa è la spiegazione fondamentale della globalizzazione economica e culturale a cui assistiamo oggi, che è il realizzarsi del secondo cambiamento nei modi di produrre i beni in ogni regione della Terra.

La prospettiva più ampia sui beni che i nuovi strumenti metodologici e concettuali rendono possibile mettono in questione i confini disciplinari tra la nuova scienza economica e le altre discipline che studiano i comportamenti umani e le società umane. I confini con la biologia sfumano perché i beni sono alla loro base il risultato di processi di evoluzione biologica e perché gli agenti operano in un ambiente naturale, oltre ad essere essi stessi, in quanto individui, corpi controllati da un sistema nervoso. I confini con l'antropologia culturale sfumano perché i comportamenti umani, anche quelli che hanno a che fare con i beni, sono in larga misura il risultato di processi di trasmissione e evoluzione culturale e perché i diversi modi di produrre i beni hanno cause e conseguenze culturali. I confini con la psicologia sfumano perché i beni sono definiti soltanto dal comportamento degli individui e il moltiplicarsi dei beni e i complessi sistemi di produzione e scambio dei beni nelle società umane sono dovuti alle caratteristiche specifiche del sistema nervoso e del comportamento degli esseri umani. Inoltre gli esseri umani si comportano in modo da cercare di procurarsi e di tenersi non solo i beni tradizionalmente riconosciuti dalla scienza economica, ma anche molti altri beni, e ad esempio sono felici non quando hanno soltanto i beni riconosciuti dalla scienza economica, ma anche altri beni che la scienza economica non riconosce. I confini con la sociologia sfumano per ragioni analoghe legate all'estensione del concetto di bene e alla necessità comune di studiare fenomeni come la specializzazione dei compiti e il funzionamento

delle organizzazioni. I confini con la storia sfumano perché la nuova scienza economica è essenzialmente una scienza storica, interessata a capire come i comportamenti e le istituzioni sociali riguardanti i beni sono diventati e diventano quello che sono, e perché molta parte del cambiare storico delle società e delle culture umane è collegato con i cambiamenti nei modi di procurarsi, produrre e scambiare i beni.

1.4. Le due sfide alla scienza economica standard

La storia della scienza economica viene normalmente suddivisa in due grandi periodi, quello della scienza economica «classica», dal Settecento alla prima metà dell'Ottocento, e quello della scienza economica «neoclassica», dalla seconda metà dell'Ottocento ad oggi. La scienza economica «classica», quella di Adam Smith, David Ricardo e Karl Marx, è ormai un ricordo, mentre quello «neoclassico» è oggi il paradigma standard della scienza economica: è alla base di quasi tutta la ricerca, viene insegnato a tutti gli studenti di economia nel mondo, viene utilizzato nelle applicazioni pratiche della scienza economica.

Negli ultimi decenni sono stati fatti dei tentativi di sfidare il paradigma della scienza economica neoclassica, mostrando i suoi difetti e cercando di individuare nuove strade per analizzare i comportamenti umani dal punto di vista economico e le istituzioni economiche. Questi tentativi tendono a venir messi tutti insieme, senza fare distinzioni, ma questo è un errore perché in realtà oggi esistono due distinte sfide alla scienza economica standard, due sfide che hanno natura diversa e che perciò non vanno confuse insieme.

La scienza economica standard è caratterizzata fondamentalmente da tre cose. In primo luogo fa una serie di specifiche assunzioni sul comportamento umano, considerando gli esseri umani come in possesso di tutte le informazioni di cui hanno bisogno per agire, come aventi una scala ordinata di obiettivi da raggiungere sulla base dell'importanza di questi obiettivi per loro, come dotati di capacità perfette di ragionamento e di valutazione delle conseguenze delle loro azioni e come tutti identici gli uni agli altri. In secondo luogo la scienza economica standard formula le sue teorie sotto forma di equazioni che cercano di cogliere come variabili aggregate cambiano quantitativamente il loro valore nel tempo e/o in funzione di altre variabili, con una visione dei fenomeni economici come tendenti all'equilibrio e al non cambiamento. Queste teorie sono ispirate alle teorie della fisica dei sistemi semplici in quanto distinta dalla fisica dei sistemi complessi. In terzo luogo la scienza economica standard, seguendo in questo una tendenza generale delle scienze dell'uomo, tende a stabilire confini disciplinari molto netti nei confronti di altre scienze che studiano gli esseri umani, con la psicologia, la storia, la scienza politica, la sociologia, l'antropologia, oltre che con le scienze della natura.

Le sfide che da qualche tempo vengono portate al paradigma neoclassico in economia mettono in dubbio la bontà delle tre scelte che caratterizzano questo paradigma. Ma si tratta di due tipi di sfide diverse, che mirano a configurare due modi di studiare i fenomeni economici entrambi diversi dal modo della scienza economica neoclassica, ma anche diversi tra loro.

La prima sfida viene dall'economia sperimentale e cognitiva, ed è la sfida più nota e riconosciuta, consacrata dai premi Nobel dati a Herbert Simon, Daniel Kahneman e Vernon Smith. La scienza economica neoclassica fa le sue assunzioni sul comportamento umano senza preoccuparsi di verificare se queste assunzioni sono empiricamente

corrette. L'economia sperimentale e cognitiva invece, mediante esperimenti e teorie del comportamento umano empiricamente fondate, va alla ricerca di questa verifica e i risultati sono che le assunzioni sul comportamento umano della scienza economica neoclassica sono empiricamente infondate. Gli esseri umani non si comportano come assume la scienza economica. Il modo umano di comportarsi postulato dalla scienza economica neoclassica viene chiamato «razionale» e si tratta di una razionalità perfetta e assoluta. La sfida portata dall'economia sperimentale e cognitiva alla scienza economica neoclassica è che gli esseri umani non si comportano in modo razionale, almeno non nel senso della razionalità perfetta e assoluta postulata dalla scienza economica neoclassica: non dispongono di tutte le informazioni di cui avrebbero bisogno per agire, non hanno una scala ordinata dell'importanza degli obiettivi che vogliono raggiungere, fanno molti e sistematici errori di ragionamento. Il loro comportamento può essere definito a razionalità limitata o, addirittura, irrazionale. Se le assunzioni sul comportamento umano della scienza economica neoclassica sono necessarie come base e come giustificazione delle teorie e delle equazioni della scienza economica neoclassica, secondo gli psicologi e gli economisti che fanno esperimenti e che conoscono le teorie empiricamente fondate della psicologia, questa base e questa giustificazione non ci sono.

Perciò la critica principale dell'economia sperimentale e cognitiva alla scienza economica neoclassica riguarda la correttezza empirica delle sue assunzioni sul comportamento umano. Questa critica però ne comporta altre due, più implicite, alle altre due caratteristiche della scienza economica neoclassica. Da un lato, sul piano metodologico, l'economia sperimentale e cognitiva comporta una critica implicita alle teorie della scienza economica neoclassica, dato che le assunzioni sottostanti a queste teorie risultano essere empiricamente errate e propone di usare nell'ambito della scienza economica il metodo degli esperimenti di laboratorio, sconosciuti fino ad oggi alla scienza economica. Dall'altro, l'economia sperimentale e cognitiva sfida l'isolamento disciplinare della scienza economica neoclassica, a cui chiede di aprirsi almeno a un'altra disciplina: la scienza della mente, che oggi si presenta non solo sotto forma di psicologia, ma anche nella forma più interdisciplinare di scienza cognitiva.

Ma oggi esiste una seconda sfida alla scienza economica neoclassica, una sfida più recente, meno facilmente riconoscibile e spesso confusa con quella dell'economia sperimentale e cognitiva, tanto da non avere un nome ben identificabile, per cui la chiameremo semplicemente la «seconda sfida». Si tratta di una sfida diversa, una sfida che si basa su assunzioni diverse e in contrasto con quelle dell'economia sperimentale e cognitiva e che riguarda aspetti diversi della scienza economica neoclassica rispetto a quelli che vengono presi di mira dall'economia sperimentale e cognitiva.

La seconda sfida alla scienza economica neoclassica è prima di tutto metodologica. Il principale strumento di lavoro della scienza economica neoclassica è la formulazione matematica delle relazioni tra variabili aggregate sotto forma di equazioni. La seconda sfida al paradigma dell'economia neoclassica trova dei limiti in questo strumento di lavoro. Quello che propone la seconda sfida come metodo di lavoro per studiare i fenomeni economici sono le simulazioni al computer e in particolare le simulazioni basate su agenti di cui abbiamo parlato nel par. 1.2. Questa proposta metodologica è chiaramente in contrasto con quella che è la fonte di ispirazione delle teorie/equazioni dell'economia neoclassica, la fisica dei sistemi semplici. I modelli ad agenti sono un caso particolare di

sistemi complessi, insiemi di entità che interagiscono localmente dando luogo a proprietà e fenomeni globali non predicibili e non deducibili da una conoscenza delle entità e delle leggi che governano le loro interazioni. La fisica fino ad oggi si è occupata prevalentemente di sistemi semplici in cui una entità causa effetti su un'altra entità e gli effetti causati sono predicibili conoscendo la natura delle due entità. Oggi la fisica e molte altre scienze, stanno scoprendo che molta parte della realtà è costituita da sistemi complessi piuttosto che da sistemi semplici e che, se le equazioni sono gli strumenti interpretativi appropriati per i sistemi semplici, non lo sono per i sistemi complessi, mentre per i sistemi complessi gli strumenti appropriati sono le simulazioni al computer.

Ma la proposta di usare le simulazioni come strumento di lavoro in economia è anche in contrasto con il metodo degli esperimenti di laboratorio che caratterizza l'economia sperimentale e cognitiva. Mentre gli esperimenti di laboratorio hanno dato e continuano a dare risultati fondamentali nelle scienze della natura, in fisica, in chimica e in biologia, e spiegano in buona parte i grandi progressi compiuti da queste scienze, applicati allo studio del comportamento umano e delle organizzazioni sociali umane hanno i molti limiti che abbiamo già visto. Questi limiti possono essere superati con le simulazioni. E del resto anche nelle scienze della natura, in fisica, chimica e biologia, le simulazioni diventano oggi sempre più necessarie per ovviare ai limiti degli esperimenti di laboratorio.

Ma le differenze tra la seconda sfida all'economia neoclassica e la prima sfida, quella dell'economia sperimentale e cognitiva, non riguardano soltanto questioni di metodo. La psicologia e la scienza cognitiva tendono ad avere comunque un modello «raziomorfo» del comportamento umano, in base al quale il comportamento umano sarebbe basato su una esplicita considerazione di obiettivi, mezzi a disposizione per raggiungerli, previsione delle conseguenze delle diverse opzioni di comportamento, valutazione di tali diverse opzioni, dove la differenza tra questo modello e quello della scienza economica neoclassica è soltanto la differenza tra razionalità limitata e razionalità perfetta e assoluta. Invece la seconda sfida all'economia neoclassica tende ad abbandonare del tutto la nozione di razionalità, considerandola più come una nozione normativa (gli esseri umani *dovrebbero* comportarsi in modo razionale) che come una nozione descrittiva della realtà. Per la scienza, gli esseri umani non si comportano né in modo razionale né in modo irrazionale, ma la scienza ha bisogno di altri strumenti concettuali per interpretare e spiegare il loro comportamento.

Un'altra assunzione dell'economia neoclassica che viene presa di mira dalla seconda sfida è quella di trattare tutti gli individui come identici. Anche da questo punto di vista la prima e la seconda sfida alla scienza economica standard sono diverse. Per l'economia sperimentale e cognitiva è ovvio che gli esseri umani non sono tutti uguali, ma anche se esistono settori della psicologia che si occupano proprio delle differenze tra gli individui, il metodo sperimentale, che è lo strumento principale con il quale l'economia sperimentale e cognitiva sfida la scienza economica standard, tende a considerare le differenze tra gli individui come «rumore» da eliminare con gli strumenti della statistica piuttosto che come un fondamentale aspetto del comportamento di tutti gli organismi viventi che spiega il modo in cui essi cambiano nel tempo. Un riferimento teorico fondamentale della seconda sfida alla scienza economica standard è la teoria dell'evoluzione, intesa sia in senso biologico che in senso culturale, e la teoria dell'evoluzione spiega il cambiamento proprio in termini delle differenze tra gli individui: individui diversi hanno diversa

probabilità di riprodursi e la riproduzione è sempre accompagnata dalla creazione di sempre nuove varianti di individui.

Per finire la seconda sfida differisce dalla prima per il quadro disciplinare entro cui le due sfide tendono a collocare lo studio dei fenomeni economici. La prima sfida, quella dell'economia sperimentale e cognitiva, chiede alla scienza economica di aprirsi alla psicologia e alla scienza cognitiva. Per la seconda sfida, la questione del quadro disciplinare va posta in modo diverso e molto più radicale. La seconda sfida alla scienza economica standard si fonda su una visione radicalmente non disciplinare della scienza. In sostanza quello che propone è che non vi sia una scienza economica, come non deve esserci una psicologia, o una scienza politica, o una antropologia, o una storia. Ci sono i diversi fenomeni della realtà e la scienza deve studiarli e cercare di capirli ignorando le distinzioni disciplinari. La stessa nozione di fenomeni economici deve essere allargata, intendendo per fenomeni economici tutti i fenomeni che hanno a che fare con i beni, dove un bene è qualunque cosa che un essere umano cerchi di avere, o di conservare se già ce l'ha. Questa nozione di bene è più ampia della nozione di bene usata dalla scienza economica e per questo motivo la seconda sfida rappresenta una sfida più radicale alla scienza economica.

La domanda da porsi è quali sono gli effetti concreti che queste due sfide hanno o avranno sulla scienza economica standard. Una constatazione a cui è difficile sfuggire è che, nonostante i premi Nobel, gli effetti concreti dell'economia sperimentale e cognitiva sulla scienza economica standard sono nulli o quasi. Con gli esperimenti si può benissimo dimostrare che gli esseri umani di fatto si comportano in modi diversi da quelli postulati dalla scienza economica standard, ma la scienza economica continua a lavorare con il suo paradigma neoclassico e con le sue assunzioni irrealistiche sul comportamento degli esseri umani. È il paradigma neoclassico che rimane tuttora alla base della maggior parte delle ricerche, della formazione universitaria dei nuovi economisti e delle applicazioni pratiche. Una considerazione analoga va fatta per la seconda sfida. La seconda sfida è più recente ed è meno ben identificata, tanto da essere spesso confusa con la prima sfida. Ma, ad oggi, anche gli effetti concreti della seconda sfida sulla scienza economica standard sono pressoché nulli.

Una volta constatato questo fatto, c'è da chiedersi perché le cose stanno così. Perché le sfide alla scienza economica standard, per quanto interessanti sul piano scientifico e culturale, non sortiscono sul piano pratico nessun effetto e non impensieriscono in alcun modo la scienza economica standard, la quale continua tranquillamente sulla sua strada? Si possono proporre due diversi tipi di risposte. La prima risposta scarica la spiegazione di questo fatto sulla chiusura mentale della scienza economica standard, sull'attaccamento alle tradizioni di ogni disciplina scientifica, sul rifiuto del nuovo che caratterizza tutti gli esseri umani, sugli interessi consolidati e così via. La seconda risposta cerca invece una spiegazione dentro alle due sfide, nei *loro* limiti. Forse la scienza economica standard non viene toccata e intaccata dalle sfide che le vengono portate perché queste sfide sono inadeguate: non riescono a capire quali sono le esigenze a cui deve rispondere una scienza economica e a fornire nuovi modi di rispondere a queste esigenze. Questo è vero soprattutto nel campo delle applicazioni della scienza economica. La scienza economica è una scienza con un forte orientamento applicativo, una scienza che si pone più il problema di come aiutare gli esseri umani (gli stati, le amministrazioni, le aziende, le organizzazioni, anche i singoli individui) a prendere le giuste decisioni in campo economico,

che non il problema di capire, in modo distaccato, come funzionano i comportamenti umani e le organizzazioni sociali che hanno a che fare con il procurarsi, produrre e scambiare beni. Chi vuole cambiare la scienza economica, perciò, deve prima di tutto chiedersi che cosa propone agli economisti di fare, in questi campi di applicazione della loro scienza, che sia diverso rispetto a quello che gli economisti fanno oggi ispirandosi alla scienza economica standard. E deve dimostrare che usando nelle applicazioni i principi della scienza economica standard si arriva a risultati meno buoni di quelli a cui si arriverebbe usando nuovi principi, quelli proposti dalle due sfide. L'economia neoclassica potrà essere scalzata dalla sua posizione di teoria standard, cioè di teoria in sostanza accettata da tutti, soltanto se le due sfide capiranno perché fino ad oggi non sono state in grado di dimostrare la loro superiore capacità applicativa rispetto alla teoria standard.

E qui vi è un'ultima differenza tra le due sfide all'economia neoclassica. Anche se oggi tutte e due le sfide non riescono a «mordere» la teoria standard e a essere competitive con essa quanto a quantità di ricerche, ruolo nella formazione dei nuovi economisti e applicazioni pratiche, tuttavia è la seconda sfida, piuttosto che non la prima, che sembra avere qualche probabilità in futuro di diventare competitiva con la scienza economica standard. Questa valutazione si basa su due caratteristiche della seconda sfida. In primo luogo, la seconda sfida propone un metodo di lavoro, il metodo delle simulazioni, che è il solo che abbia la stessa o addirittura una maggiore usabilità e potenza nelle sue applicazioni del metodo delle equazioni, mentre questo non è certamente vero per il metodo degli esperimenti di laboratorio proposti dall'economia sperimentale e cognitiva. In secondo luogo, nelle società economicamente avanzate i fenomeni economici stanno diventando sempre più i fenomeni fondamentali che determinano il modo in cui gli esseri umani vivono e in cui sono organizzate le loro società e si intrecciano sempre di più con ogni altro tipo di fenomeni comportamentali e sociali, ma proprio per questo motivo una scienza economica chiusa nei suoi tradizionali confini disciplinari sembra essere incapace di capire e anche di controllare che cosa succede in queste società, anche dal solo punto di vista economico. La radicale non-disciplinarietà che caratterizza la seconda sfida costituisce perciò un importante elemento che candida la seconda sfida a sostituire la teoria economica standard.

Capitolo secondo

Modelli ad agenti: introduzione

2.1. Modelli e simulazione

Nella prospettiva di questo libro i modelli e la simulazione sono strumenti complementari indirizzati verso una nuova metodologia.

I modelli, intesi come rappresentazione della realtà (tutti conoscono i modelli, avendo giocato con un'automobilina o con una bambola), possono essere costruiti in molti modi: da quello fisico; alla pura rappresentazione letteraria e descrittiva, infinitamente flessibile; alla costruzione matematico-statistica, con il pregio della possibilità del calcolo; alla simulazione.

La prima modalità, fisica, è quella della riproduzione in scala di un oggetto da studiare; la seconda, letteraria, è tipicamente rappresentata da un trattato che riporti – ovviamente non in scala uno a uno – gli accadimenti di un determinato periodo, i legami di causa ad effetto individuati dall'autore, gli approfondimenti scelti e così via. Si tratta certamente di un modello, infinitamente flessibile, ma assolutamente non computabile. La terza strada, dei modelli fondati sulle equazioni, unisce rigore e possibilità di calcolo, ma con la necessità di stilizzare le situazioni rappresentate. Ad esempio – in economia – con l'adozione del così detto agente rappresentativo, che incorpora in sé le caratteristiche standard degli agenti che popolano un determinato ambiente economico ed è strutturato con le necessarie dosi di «complicazione» e razionalità correlate al mondo che si intende riprodurre. Quanto più è complicato quest'ultimo, tanto più dovranno essere articolate le regole dell'agente rappresentativo, con l'ipotesi di razionalità olimpica o limitata a sorreggere la sua adesione a quelle regole.

La ricerca di nuovi paradigmi economici impone la rottura di questa rigida relazione tra la complicazione dell'ambiente e quella del modello di agente utilizzato: rottura che si consegue con l'introduzione del concetto di complessità.

2.2. Complessità

La complessità è la caratteristica propria di un sistema in cui l'azione degli agenti costituenti – che operano ed interagiscono individualmente in modo talvolta anche molto semplice, secondo regole di coordinamento e di comunicazione generalmente co-evolute con il sistema – produca effetti aggregati molto lontani dall'effetto apparente dei comportamenti individuali. L'esempio più immediato è quello delle formiche e del formicaio [Hölldobler e Wilson, 1997].

Per applicare il paradigma della complessità alla ricerca economica e sociale, nella prospettiva di questo libro ricorriamo alla simulazione; ma a quale tipo di simulazione?

La simulazione tradizionalmente è: *(i)* un complemento speculativo di una rappresentazione descrittiva, con il ricorso agli esperimenti mentali, cioè a congetture di cui si discutono le conseguenze (ad esempio: se la cosiddetta «stanza cinese»¹ sappia il cinese); oppure *(ii)* una modalità di calcolo – propria della ricerca operativa – dei modelli matematici, per la ricerca di soluzioni numeriche sia in presenza di elementi stocastici (metodo di Monte Carlo), sia in presenza di sistemi di equazioni differenziali, o alle differenze finite, molto articolati (dinamica dei sistemi). Molti strumenti di simulazione appartengono a quest'ultima categoria, spesso con la presenza di componenti grafiche che ne semplificano l'uso; un caso particolare di applicazione in campo ingegneristico è la simulazione di processo, riconducibile ad un modello dinamico alle differenze finite. Le interpretazioni del concetto di simulazione sub *(i)* e *(ii)* non consentono di rappresentare un problema complesso congiuntamente nelle sue parti e nel tutto.

La strada percorribile è *(iii)* quella della simulazione ad agenti, che rappresenta una via del tutto innovativa rispetto ai modelli linguistico descrittivi ed a quelli matematico statistici. I modelli di simulazione ad agenti abbinano la calcolabilità, propria dei modelli matematici, alla flessibilità, propria dei modelli espressi in modo descrittivo. Infine consentono la doppia e simultanea visione delle parti e del tutto, adatta alla esplorazione della complessità.

2.3. Simulazione ad agenti

Con la simulazione ad agenti l'attenzione è puntata su routine informatiche a cui si chiede di riprodurre il comportamento degli individui che popolano l'ambiente che si intende simulare.

Dalla simulazione ad agente si ritorna alla simulazione intesa come calcolo di equazioni, in particolare di equazioni alle differenze, quando un sistema sociale possa essere descritto con quelle equazioni e una scrittura ad agenti sia soltanto un modo per rappresentarle e calcolarne la soluzione in mancanza di una via analitica, oppure per confermare quest'ultima (aspetti che saranno trattati solo marginalmente in questo libro).

¹Supponiamo che in una stanza operi una persona che dispone di un adeguato numero di tessere con disegni di ideogrammi cinesi; la persona non sa il cinese, ma dispone di regole per collegare in modo corretto tra loro quegli ideogrammi. Dall'esterno, tramite una fessura, inseriamo una tessera con un ideogramma (noi sappiamo il cinese); dalla stessa fessura riceviamo in risposta una o più tessere, con una sembianza di dialogo; ci pare quindi di corrispondere con un interlocutore che conosce il cinese. Discussione: la stanza in cui introduciamo le tessere «sa» il cinese?

Quelle che qui interessano sono invece le situazioni in cui non sia possibile trattare le equazioni che descrivono il sistema (che pur sempre, *ex post*, esistono²) e quindi la formalizzazione ad agenti rappresenti l'unica strada realisticamente percorribile. Un esempio: si supponga di voler verificare a priori l'effetto che l'introduzione dell'asta di chiusura può avere sull'andamento della serie di prezzi della borsa italiana. Possiamo costruire un modello di simulazione con agenti che operino in sequenza temporale, in tempo discreto, secondo regole proprie, molto o poco complicate, con composizioni diverse della numerosità dei gruppi di agenti, e farli interagire con il sistema centrale della borsa che accoda gli ordini di acquisto e di vendita (il cosiddetto *book*) secondo le regole operanti in Italia, sia con l'asta di chiusura, sia senza. Le diverse serie di prezzi così generate, a parità di ogni altra condizione del sistema di simulazione, si differenziano per la presenza o l'assenza dell'asta di chiusura; il rilievo che quest'ultima assume sarà maggiore o minore a seconda del tipo di agenti che operano nella simulazione, permettendo di valutare l'utilità e l'effettiva operatività del nuovo strumento introdotto nel sistema borsistico a seconda delle caratteristiche degli operatori. In questo caso le equazioni *ex ante* del problema potrebbero essere scritte solo sulla base di robuste semplificazioni, che invece la simulazione ad agenti non richiede.

Un secondo esempio, più semplice, è quello di un insieme di agenti che debbano ordinare ciascuno un vettore di dati, per poi operare una scelta di scambio tra loro, e debbano agire con criteri di ordinamento eterogenei, senza necessariamente esprimere coerenze di tipo transitivo, per cui se A è preferito a B e B è preferito a C, vale anche che A è preferito a C. È praticamente impossibile ipotizzare le equazioni *ex ante* del problema.

Rispetto alle rappresentazioni ad equazioni, nei modelli ad agenti è preminente l'attenzione all'aspetto descrittivo della realtà e alle microanalisi fondate sugli individui, tenendo conto della loro eterogeneità e delle possibili interazioni (è il caso della borsa).

Grazie alla capacità descrittiva flessibile di un codice informatico scritto ad agenti realizziamo dunque esperimenti mentali assistiti dal computer, in quanto troppo complessi per essere risolti senza l'ausilio del calcolo automatico. Ciò consente di verificare la conseguenza delle caratteristiche e delle capacità attribuite agli agenti nel contesto in cui operano. Una delle «scoperte» frequenti e possibili è infatti proprio il legame tra agenti semplici e risultati complessi.

Non si tratta di riaprire l'annosa discussione tra individualismo metodologico e istituzionalismo, ma di riconoscere le situazioni complesse quando l'azione generale dei soggetti – dei quali, in chiave di individualismo metodologico, è comunque necessario sapere di più – produce risultati non previsti o addirittura non prevedibili, rispetto ai singoli componenti.

In questa prospettiva non è necessariamente vera l'implicazione hayekiana della forma forte dell'individualismo metodologico³, secondo cui i termini collettivi devono essere sempre esplicitamente definibili per mezzo di termini individuali e non esistono tendenze o risultati economici che gli individui non riescano a modificare, a patto che lo vogliano e posseggano l'informazione necessaria: nel mezzo sta proprio la trappola della complessità. Su questi temi vedere anche Conte e Terna [2000].

² $x_{t+1} = \text{if}(z_t > 0, x_t, -x_t)$, che significa che il risultato è x_t o $-x_t$ a seconda del valore di z_t ; *ex post* sarà $x_{t+1} = x_t$ oppure $x_{t+1} = -x_t$; *ex ante*, sino a che non conosciamo $z_t \dots$

³Un esempio di lavoro di simulazione in questa direzione si trova in Chiadò [2005].

Un campo molto prossimo è la ricerca sull'intelligenza degli sciami [Bonabeau *et al.*, 1999], in cui si presta attenzione soprattutto a sistemi biologici (insetti collettivi) e a sistemi robotici. L'analisi può però essere estesa anche a sistemi sociali.

Le capacità dei sistemi studiati hanno infatti la caratteristica di trascendere l'abilità dei singoli individui costituenti: in molti casi si rilevano comportamenti di gruppo affidabili ed efficaci, che derivano da semplici regole di interazione tra individui o tra individui ed ambiente.

Si tratta dunque di studiare l'azione dei soggetti economici (anche in termini cognitivi, vedere oltre) e contemporaneamente di verificare – con la simulazione – quali siano le conseguenze di ciò che si conosce se si tengono in conto le azioni degli, e le interazioni tra, gli agenti; se si considera l'imitazione; se si considera l'apprendimento; ... Chiamando in causa gli aspetti cognitivi, si può passare dalla costruzione di agenti semplici a quella di agenti via via più sofisticati.

In questo modo si può studiare la complessità, cioè la non linearità dei comportamenti aggregati rispetto all'azione degli agenti, con la riproposizione del tema formicaio-formiche (straordinaria complessità aggregata e semplicità delle componenti) o «fenomeni economici»-«azione delle persone»; si ottengono risultati anche inattesi sotto forma di emergenza di fenomeni, regolarità e strutture; infine si possono proporre contesti che non conoscono stati di equilibrio o ne conoscono molti o sono in transizione verso un equilibrio.

Riassumendo e seguendo l'impostazione di un recente libro sul tema della simulazione sociale [Gilbert e Troitzsch, 2005], la simulazione ad agenti è dunque un particolare tipo di modello. La costruzione di un modello rappresenta una strada consolidata per comprendere il mondo: un modello è una semplificazione di una struttura esistente. Passando dal modello al programma informatico che lo rappresenta, una volta che la teoria è formalizzata in un codice di calcolo e noi abbiamo stabilito alcuni parametri di avvio, il codice può essere eseguito e conseguentemente noi possiamo osservare il comportamento della simulazione. Il computer diventa così il nostro laboratorio artificiale, ma collegato ad una realtà che noi consideriamo naturale. Per questo motivo talvolta si fa riferimento a questa metodologia con l'espressione «esperimento artificiale».

2.4. Rappresentazione della realtà

La simulazione ad agenti è anche una promettente strada per rappresentare la realtà: catturare la realtà e farne modello significa proporre a sé e agli altri studiosi un punto di partenza di invaluabile valore e rigore; certo per fare ciò in modo utile è necessaria una buona dose di realismo della rappresentazione, senza eccedere in fatti e comportamenti stilizzati.

Prendendo a prestito una espressione utilizzata dal prof. Roberto Serra, studioso attento alle applicazioni di queste metodologie anche in ambito aziendale, «dobbiamo decidere dove collocarci tra vetri di *spin* e videogiochi». Da un lato, caso limite dell'astrattezza, possiamo immaginare modelli che sfruttano le analogie tra un determinato contesto economico-sociale e quelle di un vetro di *spin* (dove la disposizione degli atomi che rappresentano le impurità mostra comportamenti propri della complessità); dall'altro, caso limite della descrizione diretta, possiamo spingerci a modelli simili a videogiochi, con la rappresentazione immediata dei fenomeni. Per poter creare modelli

utili a rappresentare realtà sociali, scegliendo tra vetri di *spin* e videogiochi, dobbiamo probabilmente accettare di «sporcarci le mani» collocandoci il più possibile vicino ai secondi.

Ciò si scontra con problemi fondamentali: oltre due secoli di ricerca economica non hanno ancora raggiunto risultati, utili a capire la realtà, che siano coerenti con ciò che era certamente ben chiaro all'esploratore della natura umana Adam Smith, dalla «Teoria dei sentimenti morali» alla «Ricchezza delle nazioni»: l'economia (intesa come ciò che accade nella società, con la formazione dei prezzi e delle quantità oggetto di scambio, con lo sviluppo o la sua mancanza, con i cicli economici, ...) è il risultato dell'azione umana, ma non è un progetto degli uomini.

Alla luce di quanto ora sappiamo sulla complessità, l'economia come scienza dovrebbe quindi occuparsi maggiormente di come realmente agiscono gli individui.

2.5. L'economia non è un progetto

Che l'economia non sia un progetto degli uomini (ovviamente l'economia come insieme di accadimenti economici) è tema difficile da comunicare in modo convincente sia ad interlocutori che per carenza di conoscenze spiegano le vicende economiche in termini semplicistici, come effetto dell'azione intenzionale di pochi; sia a interlocutori tecnicamente raffinati, che operano da protagonisti nell'economia e sopravvalutano i risultati della azione propria e di quella degli altri soggetti con cui interagiscono.

Ovviamente esistono soggetti che operano nelle nicchie dell'economia e traggono profitti da disegni più o meno complessi; ad esempio, si avvantaggiano del fatto di avere compreso, per un breve tratto di tempo, come stanno operando altri soggetti e quali ineluttabili conseguenze quelle azioni produrranno. Ma questa non è l'economia (i fatti economici) intesa come grande flusso di eventi, bensì un insieme di rivoli e rivoletti.

Soprattutto, la storia insegna che la sperimentazione di un progetto degli uomini in economia, avvenuta nel secolo scorso in applicazione della grande utopia del comunismo, ha avuto un pessimo esito.

Proprio perché l'economia non è un progetto degli uomini che si trovano a realizzarla, ha senso e valore etico il grande disegno dell'economia matematica, che trova in Walras il momento fondativo più alto [Baranzini e Tatti, 2002]: i fatti economici sono percepiti dai soggetti che li identificano secondo più tipi reali (come ad esempio prezzi, domanda, offerta, ...); quei tipi reali devono essere riferiti a tipi ideali, con un procedimento di astrazione, perché è su quei tipi ideali che si applica l'economia politica pura, come insieme di proposizioni matematiche.

Le proposizioni matematiche per Walras «sono» l'economia, come mondo da indagare, valido in sé, dalla cui comprensione discende la capacità di valutare gli accadimenti economici quotidiani e di governarli.

Da Walras ad oggi sono stati compiuti tantissimi progressi e sono stati conseguiti anche numerosi successi, con lo sviluppo della capacità di investigazione di aspetti dell'economia (come insieme di fatti economici) anche del tutto controintuitivi (si pensi al grandioso edificio dell'economia monetaria). Ma sono successi che si scontrano con grandi difficoltà teoriche e pratiche; con la necessità di presupporre caratteristiche non realistiche per gli attori economici, con l'assunzione che abbiano razionalità piena, informazione completa, illimitata capacità computazionale e, implicitamente, anche la

conoscenza del modello da cui discendono le conseguenze delle loro azioni. Come nota Sargent [1993], in questo modo si attribuiscono agli attori economici conoscenze maggiori di quelle a disposizione dell'economista che sta cercando di definire e stimare il modello.

L'alternativa radicale alla ricerca del progetto dell'economia nell'astrazione dell'economia matematica sta nel riconoscere che l'economia (l'insieme dei fatti economici) è un sistema complesso di cui nessuno degli agenti ha conoscenza o rappresentazione adeguata; anzi, molti agenti non hanno nessuna rappresentazione. Forzando le tinte, gli agenti economici sono lontani dal sistema dell'economia tanto quanto le formiche sono lontane dal loro formicaio.

La domanda «come si è formato quel sistema complesso?» trova una risposta nell'economia evolutivista, con una frase emblematica in un lavoro dei capiscuola Nelson e Winter [2002, p. 31]:

Il resoconto generale che abbiamo fornito su come le competenze individuali, le routine organizzative, i progressi tecnologici e le istituzioni moderne si formano ha sottolineato il ruolo dell'apprendimento cumulativo a prova ed errore, in modo individuale, oppure nelle organizzazioni, oppure da parte della società come un tutto. Non sottovalutiamo il ruolo vitale esercitato, nel progresso di tutte queste variabili, dal corpo delle conoscenze – in termini moderni composto spesso di conoscenza scientifica – che l'umanità ha accumulato, nel guidare i processi di soluzione di questi problemi, rendendo efficienti gli sforzi compiuti. Ma si può formulare la stessa domanda a proposito della formazione di quel possente corpo di conoscenze: come hanno potuto gli umani, limitati nella razionalità, operare per produrlo? Di nuovo, la risposta che noi teorici evolutivisti forniamo è che si è evoluto.

2.6. Complicato e complesso

È ora utile un chiarimento sui termini «complicato» e «complesso»: un motore a scoppio è certamente molto complicato, ma smontandolo riusciamo a comprendere come ogni parte intervenga nel sistema, di cui afferriamo molto bene il funzionamento; un formicaio è un sistema complesso [Hölldobler e Wilson, 1997], il cui funzionamento è difficile da comprendere; soprattutto, l'esame isolato delle diverse componenti (i diversi tipi di formiche) ci dice pochissimo sul ruolo delle diverse parti e sulla meccanica del sistema. Un aspetto ulteriore, non irrilevante: in un sistema complicato, un solo piccolo particolare fuori uso blocca il funzionamento dell'insieme; i sistemi complessi sono invece robusti rispetto al malfunzionamento delle parti. Per comprendere il formicaio – come per comprendere l'economia o suoi sub-sistemi quali i consumi e la produzione – occorre studiare contemporaneamente le componenti (le limitatissime formiche, differenziate per funzioni, o i «semplici» agenti economici) ed il sistema aggregato che ne deriva (formicaio o mercato), con le tecniche innovative messe a disposizione dalla simulazione.

Ad esempio, la complessità dell'andamento dei mercati non può essere spiegata né analizzando i consumatori come singoli punti considerati a sé, né studiando la domanda quale fenomeno aggregato, ma solo tenendo conto delle azioni e delle interazioni dei

tra i consumatori, che scelgono prodotti diversi, e i comportamenti e le interazioni delle singole imprese.

Il tutto con effetti intrinsecamente difficili da prevedere via via che l'analisi si fa dettagliata per prodotti, periodi, aree territoriali, Altrettanto, con effetti difficili da indirizzare o correggere da parte di chicchessia, nonostante le illusioni di chi si occupa di marketing e delle ansie di chi teme l'economia di mercato.

Studiare l'economia nella prospettiva della complessità significa anche ricollegarsi all'opera dell'economista (e psicologo) Friedrich von Hayek.

Il pensiero di Hayek (si veda ad esempio [Hayek, 1967]) confrontato con la teoria della complessità mostra interessantissime analogie, ma anche significative differenze. Seguendo Kilpatrick [2001], ricordiamo che nella descrizione del sistema economico formulata da Hayek i mercati non sono sempre in equilibrio; possono essere autorganizzati dagli agenti come accade nella realtà; infine, i mercati reali sono in modificazione continua.

Queste opinioni sono condivise dai moderni studiosi della complessità, ma con delle differenze: per Hayek il mercato è quasi sempre capace della miglior soluzione, tanto che ogni intervento pubblico non può che peggiorare la situazione. In altre parole, il mercato può non funzionare, ma i pianificatori non possono fare meglio. Invece nella visione dei teorici della complessità, i pianificatori centrali possono avere successo nel migliorare i mercati, ma la loro azione può anche essere irrilevante o controproducente, senza che sia facile valutarne a priori l'effetto.

Le differenze non sono comunque enormi. Con Arthur, Durlauff e Lane [Arthur *et al.*, 1997] possiamo esaminare la visione economica cosiddetta di Santa Fe (il riferimento è al *Santa Fe Institute*, nel New Mexico, dedicato agli studi sulla complessità) e individuare le analogie con il lavoro di Hayek.

La visione di Santa Fe può essere sintetizzata come insieme di precise condizioni per lo studio dell'economia; condizioni tra l'altro difficili da trattare con l'apparato matematico tradizionale: (i) interazione dispersa, (ii) nessuna capacità di gestione globale, (iii) organizzazioni gerarchiche che si intersecano, (iv) adattamento continuo, (v) innovazione continua, (vi) dinamica – intesa come sequenza di modificazioni del sistema nel tempo – senza equilibrio.

Ritornando alla lezione della storia, si è sostenuto che il comunismo ha fallito l'obiettivo della costruzione del suo progetto di economia perché non aveva i computer necessari per calcolare i modelli di equilibrio economico generale necessari per determinare i prezzi, dei beni e dei fattori produttivi, necessari per far operare il sistema di incentivi e di informazioni necessarie all'apparato produttivo per assumere in modo relativamente decentrato le decisioni necessarie (decisioni del resto impossibili da assumere in modo accentrato).

In questo modo si aderisce alla ricerca *à la* Walras, individuando il progetto dell'economia nell'astrazione e perfezione dei modelli; la «trappola» della complessità, intrinseca nell'economia, è però presente, impedendo comunque il compimento del disegno: ad essere riprodotto artificialmente avrebbe dovuto essere il funzionamento del «formicaio economico».

La strada è ancora lunga per chi studia le formiche, ma lo è ovviamente ancor di più per chi è ai primi passi di uno studio dell'economia con la rinuncia all'atmosfera limpida dell'economia matematica e ai risultati di modelli meravigliosi qual è quello

dell'equilibrio economico generale, per avvicinarsi alle incoerenze, alle imprecisioni, alla irrazionalità degli accadimenti quotidiani.

Come vedremo, la simulazione ci mostra che l'azione di individui capaci di apprendimento, oppure anche molto semplici, può riprodurre risultati non ovvi, come le bolle e i crash di un mercato borsistico.

2.7. Un'attenzione speciale verso le scienze cognitive

La necessità di spostare sempre più l'attenzione agli individui, rafforzando la pionieristica azione di chi si occupa di economia sperimentale, rende evidente l'esigenza di una collaborazione profonda tra scienza cognitiva e economia, per studiare come si comportano i soggetti economici reali in una vasta gamma di situazioni e contesti. Ciò significa porre attenzione a comportamenti in società tra loro molto diverse, anche con attenzione alle economie primitive, per scoprire se esistono e quali siano i fondamenti dei comportamenti economici, gli *ex ante* individuali da cui possano emergere i comportamenti aggregati.

L'attenzione alla componente cognitiva è ben evidente nell'opera di Hayek, in particolare quando ritorna [Hayek, 1952, p. V] agli interessi giovanili per la psicologia, premettendo, con un delizioso richiamo a Pope⁴, che «È necessaria una impegnativa spiegazione per cercare di giustificare perché un economista si precipita dove gli psicologi non osano avventurarsi», ma che «Alla fine è stato l'interesse per le caratteristiche logiche delle teorie sociali a spingermi a riprendere sistematicamente in considerazione le mie idee sulla psicologia teoretica».

2.8. Struttura dei modelli

Esaminiamo ora come trasformare le idee della simulazione ad agenti per le scienze sociali in un codice concretamente eseguibile. Una proposta è quella di costruire i nostri modelli secondo uno schema che può essere sintetizzato nella modalità seguente.

La proposta dello schema ERA, *Environment-Rules-Agents* [Terna, 2000a]⁵, riportato nella fig. 2.1, è quella di gestire quattro diversi strati nella costruzione del modello e degli agenti.

- (i) Un primo strato rappresenta l'ambiente in cui gli elementi sono chiamati ad interagire. Ad esempio all'interno del protocollo di Swarm⁶ corrisponde al Modello Swarm (normalmente la classe è definita *ModelSwarm*), vale a dire il contesto all'interno del quale si definiscono gli agenti, se ne strutturano le liste, si individuano gli eventi nel tempo, si chiariscono le regole di interazione tra gli agenti grazie ai metodi (interpretabili come messaggi che gli agenti sono in grado di gestire, anche reagendo con azioni e informazioni) definiti all'interno degli oggetti creati dal modello.

⁴*For fools rush in where angels fear to tread* [Pope, 1711, verso 625].

⁵Vedere anche web.econ.unito.it/terna/ct-era/ct-era.html

⁶Vedere il cap. 14

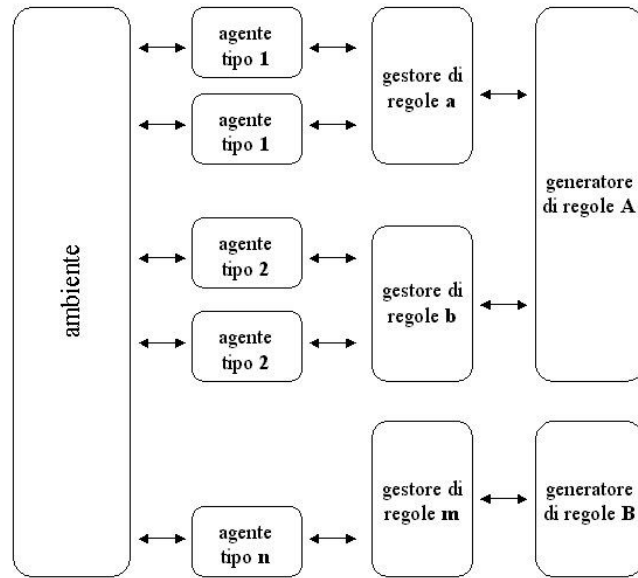


FIG. 2.1. Schema ERA, *Environment-Rules-Agents*.

- (ii) Un secondo strato è appunto quello degli agenti, che possono essere costruiti come esemplari di una o di più classi, a loro volta generate ereditando proprietà, caratteri, dati e metodi da classi più generali.
- (iii) Il terzo strato gestisce le modalità attraverso cui gli agenti decidono il proprio comportamento. Ad ogni scelta, l'agente interroga un oggetto sovraordinato, definito gestore di regole (classi dette *RuleMaster*), comunicandogli i dati necessari ed ottenendo le indicazioni di azione.
- (iv) Il quarto strato tratta la costruzione delle regole. Esattamente come gli agenti interrogano i gestori di regole, i gestori di regole interrogano i generatori di regole (classi dette *RuleMaker*) per modificare la propria linea di azione.

Questo schema rappresenta sia un tentativo di rendere rigorosamente ordinato il codice informatico di una simulazione, sia una scelta nella direzione della modularità.

Se il codice è stato scritto secondo le modalità descritte, è infatti agevole sostituire a volta a volta gestori di regole con caratteristiche diverse, semplicemente sostituendo gli oggetti introdotti nel modello. Ad esempio: un sistema a regole; una rete neurale; un algoritmo genetico; un sistema classificatore.

A loro volta reti neurali, algoritmi genetici, sistemi classificatori, . . . , avranno la necessità di ricorrere a generatori di regole, differenziati a seconda della loro rispettiva tipologia: ciò sarà facilitato proprio dalla modularità del disegno adottato.

Un'importante precisazione metodologica riguarda il terzo ed il quarto strato, indicati in (iii) e (iv) sopra: grazie ai produttori di regole, ed ai gestori di regole, è possibile sviluppare ogni tipo di agente che possa essere scritto con un codice informatico; ciò

vale in particolare per gli agenti cosiddetti cognitivi o BDI (*Beliefs, Desires, Intentions*), cioè agenti costruiti⁷ in modo che esprimano comportamenti correlati a un protocollo di comportamento, cui si attribuiscono significati.

2.9. La struttura del libro

Le pagine che seguono sono strutturate in parti, che ripercorrono, approfondiscono e discutono quanto qui delineato come premessa.

In particolare:

- nella Parte I discutiamo ruolo, diffusione e limiti dei modelli ad agenti;
- nella Parte II delineiamo i problemi metodologici che emergono nella costruzione degli agenti per le nostre simulazioni;
- nella Parte III proponiamo alcuni strumenti informatici per la costruzione dei modelli ad agenti;
- nella Parte IV presentiamo alcuni modelli, anche molto generali, costruiti con quegli strumenti;
- infine la Parte V offre una rassegna di applicazioni.

⁷Una interessante libreria di classi Java che si presenta come particolarmente utile in questa prospettiva è Jess, tecnicamente un *Rule Engine*, disponibile a herzberg.ca.sandia.gov/jess/index.shtml